

ひと目で構成比率を判断できるか^{*1}

木 藤 恒 夫¹⁾
今 村 義 臣²⁾

抄 録

4つの実験によって、2種類の要素を数百個集めて構成した対象を短時間提示した場合、その構成比率を正確に判断することができるか否かを検討した。実験1では、3つ刺激提示時間を設定して、瞬時に全体を見て要素の構成比率を判断できるか否かを調べた。全体的には、0.5秒、1秒、2秒の各提示時間とも各提示比率において比較的に正確な判断がなされており、知覚の初期段階で比率判断を行うプロセスが機能することが示唆された。実験2では、△と○、□と○という構成要素を組合せた刺激を用いて、要素の大きさが刺激の比率判断に及ぼす影響を検討した。□と○を対比させた場合には□が過大評価され、△と○を対比させた場合には、構成比率50%を境として、それ以下の比率では△が過大に、それ以上では過小に評価された。実験3では、要素の色特性が刺激の比率判断に及ぼす影響を検討した。赤と白あるいは青と白で刺激を構成した場合、赤及び青の構成比率が過大評価された。ただし、赤と青を対比させた場合は、比較的に提示比率と一致した評価がなされた。実験4では、大きさ(△と□)と色(赤と青)の2つの視覚的特徴を同時に組合せた4種類の要素と白○を対として、それらの特性が比率判断にどのような影響を及ぼすかを調べた。赤□と青□を白○に対比させた場合には、赤□や青□が過大評価され、赤△と青△を白○に対比させた場合には、提示比率に近い比率判断がなされた。これらの結果から、一般に要素の大きさが大きいほど比率は過大に評価され、有彩色の要素は無彩色のものに比べて過大評価されることが分かった。ただし、視覚的特徴を複合させた要素を用いた場合には、何らかの相互作用が働き、提示比率に接近した比率判断を導く方向に作用した。

キーワード：構成比率，前注意過程，並列処理，視覚的特徴

ひと目で人間が処理する視覚情報にはどのようなものがあるのか、どのように、またどこまでその処理を行なう能力をもっているのか、これらの問題は視覚研究全般に関わるものではあるが、とりわけ最近の視覚的注意や視覚パターン認知の領域での主要な研究課題である。

ひと目で把握できる対象数に限界があることは、知覚の範囲として知られている。大山(1982)によれば、この問題にはじめて学問的に興味を示したのは、19世紀のイギリスの哲学者ハミルトン卿(Sir William Hamilton)であり、実験的な先駆者としてジェヴァンズ(W. S. Jevons)の研究が紹介されている。ジェヴ

*1 本研究の4つの実験はいずれも、木藤の指導のもとに実施した久留米大学卒業論文のためのものであった。実験1は鎮守奈緒(平成7年度)、実験2は青山利克(平成8年度)、実験3は永池ゆみ子(平成7年度)、実験4は越智正樹(平成8年度)によって実施された。

1) 久留米大学

2) 東和大学工学部

アンズは、手でつかんだ黒い豆を放り投げ、そのうちの白い小さな箱に入った豆の数を瞬時に判断し、実際の数との比較を行った。その結果、豆の数が3個か4個であれば判断は正確であったが、5個以上であると誤りが生じた。しかも豆の数が増えるにしたがって、正答率は低下し、10個では正答率が半分以上、15個では20%以下であった。通常この正答率曲線が50%を横切る点を求めて、知覚の範囲あるいは注意の範囲とよんでいる。

大山（大山, 1982; Oyama, Kikuchi, & Ichihara, 1981）は、逆向マスキングの手法を利用して、この知覚の範囲の情報処理過程について詳細な検討を加えている。提示したドット数は1個から15個、テスト刺激およびノイズ刺激の提示は5ミリ秒間のLEDの発光、SOAは50ミリ秒から4秒まで変化させた。その結果、SOAが200ミリ秒以上では、提示されたドット数が8個までは報告されるドット数とはほぼ一致していた。すなわち、知覚の範囲は8個であった。提示ドット数が9個以上では過小評価される傾向があったが、報告ドット数は提示ドット数に準じて増加した。しかしSOAが100ミリ秒以下になると、知覚の範囲が明らかに減少し、ドット数の過小評価もより少ない提示ドット数から生じた。大山（1982）は、これらの実験結果から次のように主張した。このような対象の数の知覚に関わる視覚情報処理には、約4分の1秒（Sperling, 1960）といわれるアイコニック・メモリでの情報のみならず、それ以降の処理過程における情報が利用される。さらに、対象の数が4個までの場合は1個あたり約80ミリ秒の速度で処理される過程（即座の把握, subitizing）、および5個以上の場合は1個あたり約340ミリ秒で処理される過程（数え上げ, counting）という独立した2つの処理過程が関与している可能性を指摘した。

また、短時間提示での対象の把握に関連したものとして、numerosity（多さ）の研究がある。これは、対象の正確な個数ではなく、その多さの把握を問題とする。Krueger（1972）は、マグニチュード推定法を用いた実験により、知覚された数の多さがベキ関数で表されることを報告した。このように、刺激対象の全体像を感覚的に把握する場合には、比率に基づく測定法の利用が有効である。

心理物理学では物理的な刺激強度と感覚の強度の数量的関係が調べられてきた（中野, 1995）。その測定法の1つであるマグニチュード推定法は、刺激の感覚強度を基準となる刺激の強度に対する比で被験者に答

えさせる。例えば、基準刺激として5cmの線分を見せた後、7.5cmの線分を提示する。被験者は、基準線分を100とした時のその線分の心理的強度を答えることになる。このように心理物理学的測定法では、同じ刺激次元において強度が異なる2つの刺激に関して、人間がその違いを具体的な比で表現できるということをも前提としてきた。Schneider & Bissett（1988）は、長さや大きさ（面積や体積）の異なる視覚刺激を対提示して、その強度の違いを比率あるいは差異で判断させる実験を行った。比率による判断では、刺激対の長い（大きい）方は短い（小さい）方の何倍であるかを数値で答えさせた。差異による判断では、標準刺激対の差異を60とした場合、テスト刺激対の長さ（大きさ）の差異がどのような値になるかを答えさせた。その結果、全ての刺激連続体において一貫して比率判断が可能であること、また音量判断の課題を除けば、差異よりも比率の方が判断しやすいことを示した。

本研究では、数百個に及ぶ2種類の要素で構成される対象をひと目で見た際の構成比率の判断を問題とする。例えば、植物園の花壇に青と赤の2種類の花が咲いていたとする。果たして、青い花と赤い花の比率を瞬時に把握できるであろうかという問題である。ここでの課題は、知覚の範囲のように刺激の個数を数えることでもなく、numerosityのような単一要素の多さの把握とも異なるものである。研究のねらいは、(1) 2種類の要素を数百個集めて構成した対象を短時間提示した場合、その構成比率を正確に判断することができるのか（実験1）、(2) 提示する要素の視覚的特徴による比率判断への影響はどのようなものであるのか（実験2～実験4）、という2点を明らかにすることである。

実験方法

4つの実験を通して、共通した実験装置、刺激、および手続きは以下の通りであった。

装置 刺激はパソコン（PC-9801RAあるいはPC-9801DA, NEC）で制御し、CRT（PC-KD882, NEC）に提示した。

刺激 刺激の作成・制御はBasic言語でプログラミングした。各刺激は2種類の要素を数百個集めて構成されていた（図1）。刺激内の各要素の配置は、被験者および試行ごとにランダムにした。構成比率は10%ステップで10%～90%の9条件を設定した。ただし、実際の提示比率は各条件で一定ではなく、平均して約10%～90%と言えるものであった。例えば10%条件では、対象とする方の要素を正確に10%提示

するのではなく、標準偏差が1～3%程度のバラツキをもった範囲で刺激を作成した。刺激提示後には白黒のチェッカー模様刺激でのマスキングを行った。刺激の背景は黒色であった。

手続き 被験者が実験開始のキイを押すと、CRT画面の中央に凝視点が1秒間提示された後、刺激が所定の提示時間だけ提示された。各試行は、刺激提示の直後に提示される1秒間のマスキング刺激の提示で終了した。被験者の課題は、刺激を構成する2種類の要素のうち、指定された一方の要素が刺激全体に占める構成比率を判断することであった。被験者の反応は、左端に0%、右端に100%とのみ記された15cmの線分上に印をつけることによって求めた。印された線分上の長さを計測し、百分率に換算して判断値とした。数回の練習試行を行った後に本試行を行った。観察距離は約57cmであった。

データの分析

提示比率毎に、判断された比率と提示した比率をt検定で統計的に検討した。その際、4つの実験の全ての条件で提示比率と判断比率とのデータ間に分散の等質性が認められなかったため、ウェルチ法のt検定を採用した。

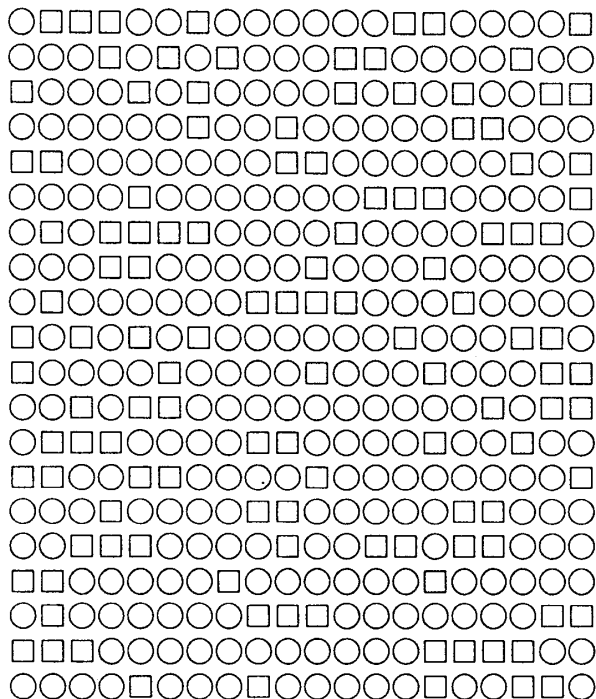


図1 刺激の一例。実験2の□と○を要素対とした30%条件で使用した要素配置。

実験 1

一連の実験の先立ち、数百個に及ぶ2種類の要素で構成される刺激の比率判断に及ぼす刺激提示時間の影響を調べる。刺激提示時間として、探索的に0.5秒、1秒、2秒の3条件を設定した。本実験の課題のように要素数が非常に多い場合には、所定の提示時間内で正確に数え上げてから比率を求めることは無理である。したがって、情報の抽出過程としては、1) いくつかのまとまりを単位として大ざっぱに数え上げる直列処理、2) 瞬時に全体の比率を把握する並列処理、あるいは3) 直列処理と並列処理の両処理を併用する、といった3つの可能性が想定される。

仮説 提示時間の長さが比率判断の成績に影響するならば、1) ないし3) の可能性が支持される。あるいは、提示時間の長さに依存しない成績が得られるならば、2) の処理過程が支持される。

方法

被験者 男子10名、女子31名の大学生41名。

刺激 0と1を構成要素とする450個の半角数字で15行×30列（視角で縦10°×横9.5°）でCRT画面に提示した。提示時間は、0.5秒、1秒、2秒の3種類であった。

手続き 被験者は刺激内に占める数字1の比率を判断することが求められた。6試行の練習の後、3（提示時間）×9（構成比率）の27試行を実施した。

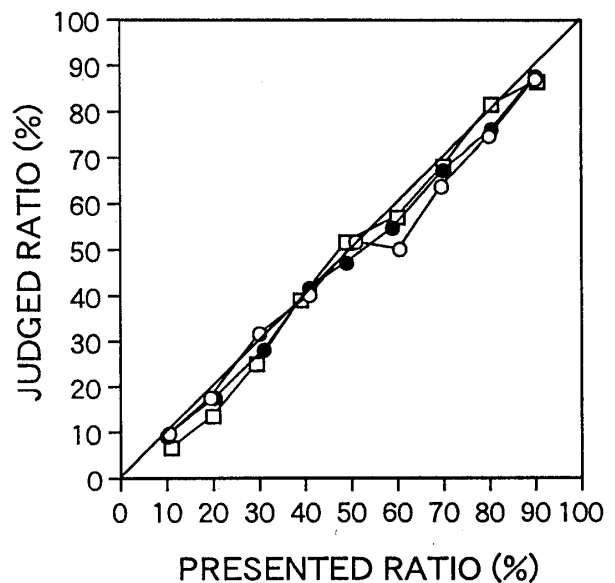


図2 刺激提示時間が0.5秒(○)、1秒(●)、2秒(□)条件での判断比率。

結果と考察

図2には判断された比率の平均値を提示時間毎にプロットした。図中の対角線は、提示比率に対して正しく比率を判断できたと仮定した場合の値を示している。図2から明らかなように、全体的には各提示時間とも各提示比率において比較的に正確な比率判断がなされていたとみなせる。すなわち、最も短い0.5秒という刺激提示でも、構成比率の判断に要する十分な情報が得られることが示された。提示時間毎、提示比率毎に、提示比率と被験者の判断値との異同をt検定によって検討した。その結果、0.5秒の提示時間では60%と70%条件で1%水準で有意差が認められた。1秒の提示時間では60%条件でのみ5%水準の有意差が認められた。また2秒の提示時間では、10%と20%条件で1%、30%条件で5%水準の有意差が見出された。いずれの場合も、数字1の比率の過小評価であった。

これらの結果は仮説の2)を支持するとみなされよう。すなわち、2種類の要素を数百個ランダムに配置した刺激内の片方の要素が占める割合の知覚は、本実験で設定した提示時間の長さに関わりなく、2分の1秒の観察によってもかなり正確に判断できることが示された。また、このような短い刺激提示時間、およびその判断の正確さから考えて、直列的な処理が部分的にでも関与していた可能性は極めて低い。刺激全体にわたる並列的な情報の抽出過程が働いていたと考えられる。

では、この比率判断には、視覚情報処理過程のどの段階の情報が利用されたのであろうか。2分の1秒という短い提示時間、および刺激要素の多さを考慮すると、約4分の1秒間持続するといわれるアイコニック・メモリに貯蔵された情報そのもの、あるいは、その情報に基づいて形成される知覚の初期段階での視覚イメージ(大山, 1982)の可能性が高いと思われる。

また、いくつかの条件のみではあるが、判断比率が提示比率よりも過小に評価された。その原因としては、本実験で用いた測定方法による影響、または要素として使用した数字0と1がもつ視覚的特徴の違いが考えられる。マグニチュード推定法を使って numerosity を調べた Krueger (1972) の研究では、概して知覚されたドット数は提示されたドット数よりも過小評価されていた。もっとも、本実験の多くの条件では提示比率に一致した比率判断がなされているのであるから、前者の可能性は低いといえよう。数字1の過小評価であったことから考えて、0と1の形態上の違いから生じ

る単位要素の大きさの違いが比率判断に影響したと考えられる。

実験 2

実験1では全体的には正確な比率判断がなされていたが、いくつかの条件で要素1の過小評価が認められた。その原因としては、要素として用いた数字0と1の視覚的特徴の違いが考えられた。数字0と1では、形の違いはもとより、見かけの大きさが異なったのではないか。1は0よりも小さく感じられたのではないか。そこで本実験では大きさが異なる2つの構成要素を対比させた事態での比率判断を検討する。初期の視覚情報が比率判断に利用されるのであれば、形以外の視覚的特徴の違いをもつ要素対でも刺激の短時間提示による比率判断ができるのではないか。また、その特性の違いが知覚に特定の方向性をもつならば、それに応じた比率判断が導かれるのではないか。

仮説 構成比率の判断には、大きさ次元での要素特性が影響を及ぼす。すなわち、大きさが異なる2種類の要素で刺激を構成した場合、大きな要素の構成比率が過大評価される。

方法

被験者 男子7名、女子13名の大学生20名。

刺激 刺激要素の形態特性として、正三角形(Δ)、円(\bigcirc)、正方形(\square)の白色塗りつぶし図形を用いた。それらの面積比は $\Delta:\bigcirc:\square=2:3.14:4$ であった。要素対としては、 Δ と \bigcirc 、および \square と \bigcirc の2種類とした。1刺激あたりの要素提示個数は20行 \times 20列(視角で縦 $15^\circ \times$ 横 14°)の400個とした。刺激提示時間は1秒とした。

手続き 被験者は、 Δ と \bigcirc の要素対では Δ 、 \square と \bigcirc では \square の構成比率をそれぞれ答えるように求められた。9試行の練習の後、2(要素対) \times 9(構成比率) \times 2(繰り返し)の36試行を実施した。

結果と考察

図3は Δ と \bigcirc の要素対とした場合の Δ 、および \square と \bigcirc を要素対とした場合の \square の判断比率の平均値の推移を示す。

提示比率と判断比率とのt検定の結果、 Δ は10%、30%、40%の各条件では5%水準で提示比率よりも過大に評価され、80%と90%の条件では5%水準で提示比率よりも過小に評価された。図3からは、50%の提示比率を境にして、それよりも低い比率の場合は過大評価、高い比率の場合は過小評価の傾向が見てとれる。一方、 \square と \bigcirc を対比させた場合には、全

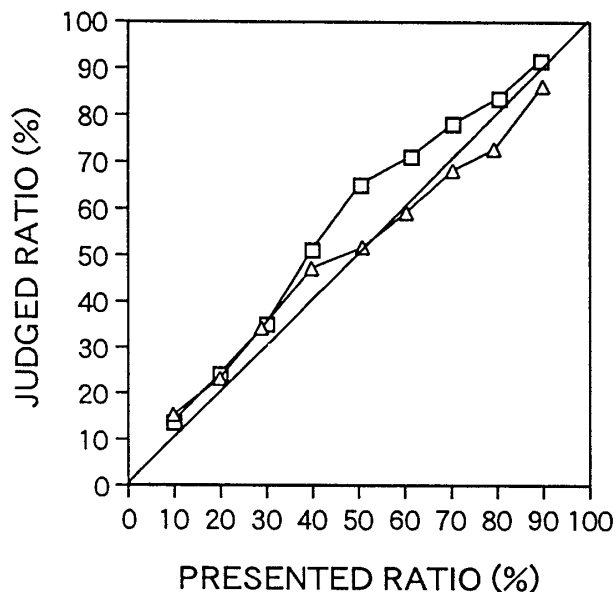


図3 △と○の要素対での△の判断比率 (△), および□と○の要素対での□の判断比率 (□).

体的に□は実際の提示比率よりも過大に評価される傾向がうかがえる. 実際, 10%条件で5%水準での有意差, 40%~70%の各提示条件で1%水準で有意差が認められた. いずれの場合も□の構成比率が過大に評価されていた.

これらの結果は仮説を部分的に支持する. □と○と対比させた場合はもとより, △と○を対比させた場合の比較的高い比率条件では, 単位要素の大きさが全体の比率判断に関与した. すなわち, 大きい要素の構成比率は過大に判断され, 小さい要素の比率は過小に判断された. ただし, この仮説では, △と○を対比させた場合の比較的低い比率条件での現象を説明できない. 小さい△の比率が大きい○に対して過大評価されたのである.

この結果を解釈するには, 本実験で使用した要素△と○と□の形次元での違いも考慮する必要がある. 要素として使用した各図形は, 本実験で意図した大きさの違いのみならず, 形次元から見ても異なっていた. そのため, 単位要素の大きさに基づく面積のみならず, 大きさと形の複合した要因上の差違に基づく種々の知覚的效果が比率判断に影響していた可能性がある. このことは, 実験で使用した△と○と□の面積比と過大・過小評価量との関連に見てとれる. 面積比の大きさが比率判断を単純に規定していたわけではなかった. △と○との面積比は○と□のものよりも大きいにも関わらず, 提示比率と判断比率のズレの大きさは, ○と□を対比させ場合の方が顕著である (図3を参

照).

本実験の事態で想定される知覚的效果としては, 図と地の分化, 群化の要因などが考えられる. 一般に, 視野内に異なる性質の領域があると, 視野の分節が起こり, ものとして浮き出た印象を与える「図」と, 背景としての「地」という領域が生じる. 図は地よりも印象的であり, 意識の中心となりやすい (増田, 1993). また, 散在する多数の□や○や△で刺激が構成されたため, 刺激内のいくつかの部分領域において群化が生じた可能性もある. ただし, 本実験のような事態において, これらの図と地の関係における図の効果や群化による比率判断への影響は定かではない. 今後の検討課題のひとつとなろう.

実験 3

視覚探索課題において, Treisman & Gelade (1980) は色の弁別性の容易さがターゲットの探索時間に影響を及ぼすことを報告した. その実験では, 赤 (ターゲット刺激) と緑 (妨害刺激) で刺激を構成した場合, 緑 (ターゲット刺激) と青 (妨害刺激) で構成した場合よりも探索時間が短いことを見出した. このように, 他の刺激とターゲットの弁別をする際には, 刺激の色相が有力な検出手がかりになる. 比率判断でもこのような色の違いによる要素対の弁別が可能なのではないか. 本実験では, 要素の形と大きさ次元の特性は同一のままにして, 色の知覚的效果の違いを利用した比率判断を検討する. ここでは, 有彩色と無彩色の違い, また有彩色でも知覚的效果の面から対称的と思われる長波長領域の赤と短波長領域の青を探索的に取り上げる.

仮説 色の知覚的效果の違いが比率の判断に影響を及ぼす.

方法

被験者 男子7名, 女子26名の大学生33名.

刺激 対とする刺激要素の形と大きさの特性は, ともに円 (○) 図形にすることによって同一とした. 各要素は, 赤, 青, または白で塗りつぶした. 要素対の色の組合せとして, 赤と白, 青と白, および, 赤と青の3種類を設定した. 刺激は, 20行×20列 (視角で縦15°×横14°) の400個の刺激要素で構成した. これまでと同様に構成比率は9条件で, 各要素は試行毎ランダムに配置した. 刺激提示時間は1秒とした.

手続き 被験者は, 赤と白の要素対では赤, 青と白では青, 赤と青の場合は赤の構成比率をそれぞれ答えるように求められた. 6試行の練習の後, 3 (要素

対) × 9 (構成比率) の27試行を実施した。

結果と考察

図4は各組合せの毎の判断比率の推移である。赤と白、および青と白の場合、全体的に赤および青の構成比率が提示比率よりも過大に判断された。提示比率と判断比率の間でも検定を行ったところ、両要素対とも構成比率が30%～90%条件で1%水準での有意差が認められた。差が大きいところでは10ポイント程度の差に達していた。しかし赤と青を対比させた場合は、40%と80%で5%水準、90%で1%水準でいずれも赤の過大評価が認められたが、全体的に見ると提示比率に近い判断がなされていた。

これらの結果は、色の知覚的效果が要素対の比率判断に影響を及ぼすという仮説を支持した。赤や青の要素を白と対比させた場合には、ともに構成比率の広い領域で一貫して過大に評価されたのである。

なぜこのような評価が得られたのであろうか。要素の色を変えることにより、どのような知覚的效果が生じたのであろうか。本実験に関わる色の知覚的效果としては、色の進出・後退性があげられる。一般に、長波長の赤は進出し、短波長の青は後退して見える印象を与える。赤と白を対にした時には赤の要素が浮き出て、青と白の対では青の要素が引っ込んだ印象を与えた可能性がある。さらに、赤と青を対にした場合には、一層この凹凸感が強調された可能性がある。ただし、

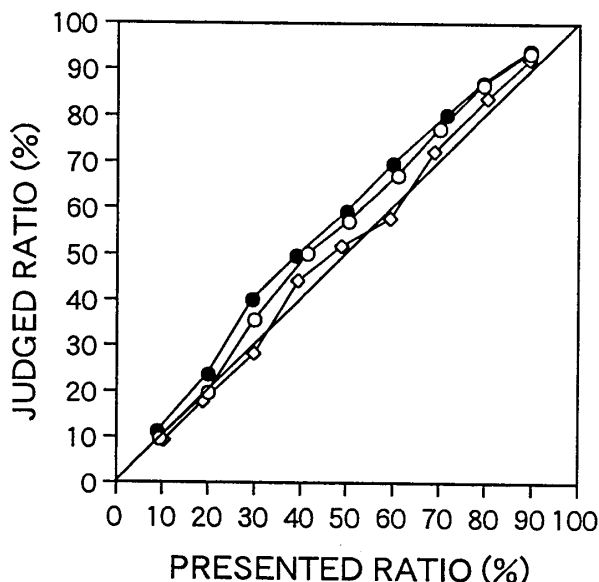


図4 赤と白の要素対での赤の判断比率 (○), 青と白の要素対での青の判断比率 (●), および赤と青の要素対での赤の判断比率 (◇)。

この進出・後退性の色効果と要素の比率判断における提示比率とのズレの方向との関係性については、今のところ信頼できる根拠は見当たらない。

種々の色効果のうち、比率判断に影響を及ぼす可能性が高いもののひとつとして、色の膨張・収縮性が考えられる。もし本実験でこの効果が働いていたならば、実験2と同様、見えの大きさが大きかった要素の比率が過大評価されたであろう。はたして、同一面積の赤や青は白よりも大きく見えたのか。残念ながら、現時点ではこのことを示す根拠はない。しかも実際には、色の膨張・収縮性は色の色相ではなく明度に依存する(大山, 1994)。厳密に統制されてはいないが、本実験で使用したディスプレイ装置の規格からは、むしろ赤や青に比べて白の明度が高かったと推測される。すなわち、白が大きく見えた可能性があり、この効果でデータを説明することは難しい。また、実験2と同様、色相や明度の違いから生じる図と地の関係、あるいは視野内の部分領域で群化が生じた可能性もある。ただし、これらの知覚的效果は、2つの要素の弁別性を高める方向への効果が予測され、むしろ正確な比率判断を導く働きが期待できる。そのため、これらの効果もまた、本実験のデータを直接的には説明できないであろう。それでは、なぜ赤と白あるいは青と白では赤と青の要素が過大評価され、赤と青を対比させた時には提示比率に近く評価されたのか。ひとつの仮説として、有彩色と無彩色の違いによる見えの印象が比率判断に影響したというアイデアを提案したい。前述した色の種々の知覚的效果により、刺激内での要素対の弁別性は高まったであろう。しかし、単に2種類の要素を弁別し易くなっただけでなく、有彩色の要素が無彩色の要素に対して顕著性が増すような働きをもったのではないだろうか。すなわち、有彩色の要素が目立って印象強くなり、比率の過大評価の方向へ導いたのではないであろうか。この仮説に従えば、有彩色同士である赤と青を対にした場合のデータも説明可能となる。

実験 4

実験3までの刺激は、形および大きさ、もしくは色の次元で異なる要素で構成された。その結果、概して単位要素が大きいほど、また有彩色は無彩色よりも過大に比率が判断されることが明らかにされた。では、比率評価に影響するこれらの要因を複合させた場合には、どのような影響が生じるのであろうか。本実験では、実験2と実験3で検討した大きさや色の要因を複合した特性をもつ要素で刺激を構成して、それらの要

因が比率判断に及ぼす働きを検討する。

仮説 もし、大きさと色の要因が加算的ないし相乗的に要素の比率判断に影響を及ぼすのであれば、有彩色△と白○を対比させた場合には、実験2で過大評価された構成比率が低い条件では△の一層の過大評価が得られ、高い条件では過小評価が緩和される。また、有彩色□と白○を対比させた場合には、一貫して□の比率が過大評価される。

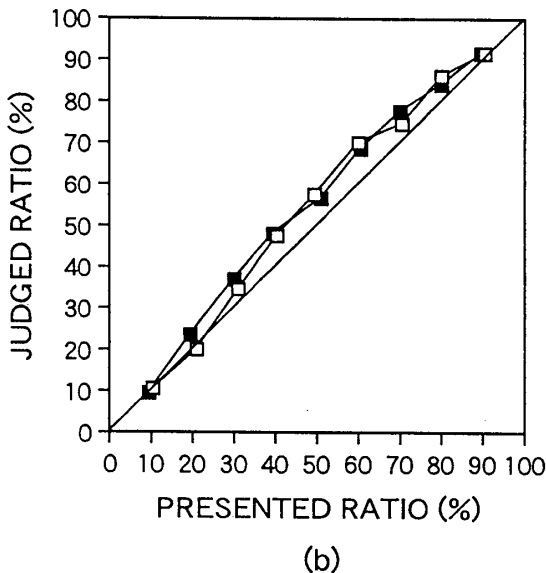
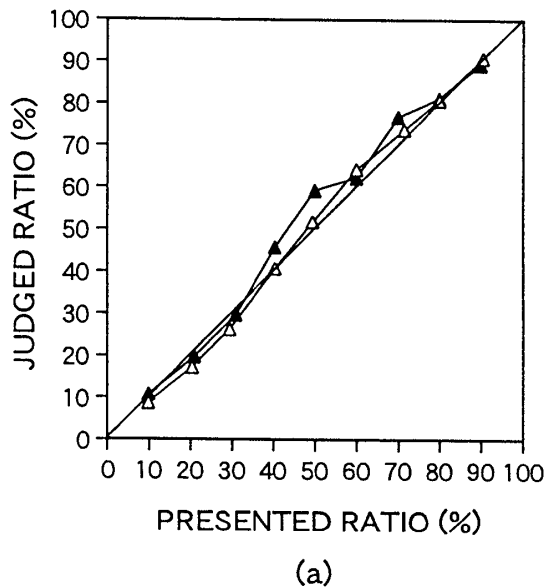


図5 (a)は赤△と白○の要素対での赤△の判断比率(△), および青△と白○の要素対での青△の判断比率(▲). (b)は赤□と白○の要素対での赤□の判断比率(□), および青□と白○の要素対での青□の判断比率(■).

方法

被験者 男子7名, 女子13名の大学生20名。

刺激 実験2と同様, 刺激要素の形態特性として, 正三角形(△), 円(○), 正方形(□)を用いた。それらの面積比は2:3.14:4であった。さらに色特性として, 実験3と同様, 赤と青の2種類の有彩色と無彩色の白を用いて各要素を塗りつぶした。要素対としては, これらの特性を組合せて, 赤△と白○, 青△と白○, 赤□と白○, および青□と白○の4種類を設定した。1刺激あたりの要素提示個数は, 20行×20列(視角で縦15°×横14°)の400個とした。刺激提示時間は1秒とした。

手続き 被験者は, 赤△と白○の要素対では赤△, 青△と白○では青△, 赤□と白○では赤□, 青□と白○では青□の構成比率をそれぞれ答えるように求められた。9試行の練習の後, 4(要素対)×9(構成比率)×2(繰り返し)の72試行を実施した。

結果と考察

構成要素の組合せ毎の比率判断の平均値の推移を図5に示す。図5(a)は赤および青の△を白○に対比させた場合であり, 図5(b)は赤および青の□を白○に対比させた場合である。提示比率と判断比率との間でt検定を行ったところ, 赤△ではどの条件においても有意差は認められず, 提示比率に一致した判断がなされていた。青△では, 50%条件で1%, 70%条件で5%水準での過大評価が認められた。有彩色□と白○を対比させた時には, 赤□の40%, 50%, および70%の各条件で5%水準, 60%と80%条件で1%水準での有意差が認められた。それらはいずれも赤□の過大評価であった。青□では, 構成比率が30%~50%および70%と80%条件で5%水準, 60%条件では1%水準での有意差が認められた。それらはいずれも青□の過大評価であった。

これらの結果は必ずしも仮説を支持するものではなかった。△を対象とした場合, 高比率条件の領域では過小評価が提示比率と同等ないし部分的な過大評価に転じたが, 低比率条件では有彩色にしたにもかかわらず有彩色△が過大評価されなかった。また, 有彩色□の場合には広範囲の構成比率の条件で過大評価が認められたが, 実験2や実験3での過大評価を上回るほどではなかった。少なくとも, 2つの要因が加算的ないし相乗的に影響を及ぼしたとは認め難いものであった。

では, 2つの要因を複合させることによって, 比率判断にどのような影響が生じたのであろうか。実験2で白△と白○を対比させた場合, その仮説に反して,

低比率条件の領域で白△が過大に評価された。本実験では、さらに有彩色に色づけしたのであるから、この領域での一層の過大評価が予測された。しかし、結果はこの予測に反するものであり、提示比率にはほぼ一致する比率判断がなされた。高比率領域では、有彩色にすることによって、たしかに過小判断が緩和された。だがこれらのデータは、そのような見方のほか、判断比率が提示比率に接近したと見ることも可能である。つまり、白の同色条件で△を○と対比させた時には過大あるいは過小評価されるが、△を有彩色で色づけることにより2つの要因間の弁別性が増し、正確な比率判断が可能になったのではないか。この解釈を□と○の要素対に適用すると、大きさや色の2つの要因が単独に影響を及ぼした時に比較して、2つの要因を複合させた時の過大評価の傾向はいくらか和らいだと見ることができる(図3～図5を参照)。すなわち、大きさと色の2要因が独立に比率判断に影響を与えるのではなく、2つの要因が複合されることによって何らかの相互作用が生じ、結果的に提示比率に接近する比率判断を生じさせると考えた方が妥当と思われる。

全体的考察

比率判断の処理レベル

実験1では、短時間の刺激提示によって比率判断が比較的正確に行われことが示された。そこでの提示時間の長さを考慮すると、この判断はかなり低次の視覚情報に基づくことが示唆された。アイコニック・メモリに貯えられた原初的な刺激の全体像、あるいはアイコンを元にした視覚的イメージに拠るのであろうか。いずれにしても、注意過程が介入する以前の自動的に処理される前注意過程(Neisser, 1967)の段階であることはほぼ間違いない。また刺激要素の個数を考慮すると、少なくともその視覚情報を継時的に処理した情報ではなく、むしろ並列的に処理された情報であることがわかる。このことも、視覚情報処理の初期段階の情報に基づいて比率判断がなされることを強く推測させる根拠となる。

前注意過程に関しては、ポップアウトやテクスチャー分離の現象などが知られている。Treismanらは、単一の次元において刺激の特徴が異なる場合、例えば、赤と青という具合に色の次元において異なる2つの要素で刺激が構成されていると、視覚探索課題では刺激提示サイズ(つまり要素数)に関わらず反応時間が一定であることを示した。この課題での瞬時に検出されるターゲットがポップアウトと呼ばれている(例えば、

Treisman & Gelade, 1980; Treisman & Sato, 1990)。ポップアウトする特徴としては、色、明るさ、線分方向、大きさ、奥行き、および運動方向等が調べられてきた。また、複数の異なるテクスチャーを張り合わせると、そこにテクスチャー間の境界が生じる。その際、上記のような単一の視覚的特徴であれば、容易にそれが可能であることが知られている。このテクスチャー間の境界を検出することをテクスチャー分離という(例えば、Beck, 1966)。これらの処理は、視覚情報処理過程の極めて初期段階の情報によって自動的に課題が遂行されているためと考えられている。また、このことは視覚情報処理経路の初期の段階において、先の諸特徴を独立にあるいは組合せて処理するモジュールが存在するという神経生理学的知見とも一致している(例えば、竹市, 1995)。

比率判断の規定要因

このような知見に基づいて考えると、本研究での課題の遂行には、視覚的特徴による要素対の弁別性が重要な働きをするであろうと推察できる。事実、要素の大きさや色の弁別性により、比率判断の精度が変化した。この観点から4つの実験を見ると、いずれの実験でも、構成比率50%を境にして、その前後で判断値が対称型になっていることに気づく(図2～図5を参照)。たとえ提示比率と判断比率が接近、あるいは過大評価や過小評価といった違いはあろうが、このことは、2種類の要素で刺激を構成した場合、2分の1の比率が判断基準になっていた可能性を示唆する。また、その判断の精度には、要素対の弁別性が重要な因子になっていたのではないか。つまり、弁別性が高い要素対の場合は提示比率に近い比率判断がなされ、低い場合には提示比率とのズレが生じたと推察される。過大あるいは過小といったそのズレの方向は、要素の視覚的特徴が示す方向性によって規定されたのではないか。ただしこの解釈のみでは、実験3の有彩色と白を対比させた場合のデータを説明することは難しい。赤と白または青と白の要素を対にした場合には、要素間の十分な弁別性が得られたと思われる。それにもかかわらず、これらの対比条件では有彩色の要素が過大に評価された。要素の視覚的特徴を操作することは、同時にそれによって種々の知覚的效果を派生させる可能性がある。色の場合は、色相や明度での種々の対比があり、とくにこの可能性は高いのではないか。これらの心理的な効果もまた、比率判断に影響を及ぼした可能性がある。

Schneider & Bissett (1988) は、刺激間の判断方法の

難易性は、刺激連続体が容易に知覚的単位に分割可能であるかどうかという点に起因すると論じている。長さや大きさが比率によって判断されやすかったことは、これらが知覚的な単位に分割しやすかったためとみなされる。大山(1982)は、4個から10個のドット・パターンで構成される対象を200ミリ秒間提示し、提示されたドットがあるまとまりを持つことによって個数の把握が容易になることを示している。また、Treisman & Sato(1990)は、並列あるいはそれに近い処理が行われる結合探索と群化がメカニズムを共有していることを、各結合特徴間に対する反応時間が両課題間で高い相関を示したことを根拠として主張した。

本研究で行った一連の実験は、探索的な要素の強いものであった。そのため、いくつかのデータの考察において新たな検討課題が露出した。それらの主なものを列挙すると、(1) 2分の1秒以下の、アイコニック・ストレージの保持時間に匹敵する4分の1秒あるいは更に短い刺激提示時間では、正確な比率判断ができるのか、(2) 単位要素の形と大きさという2つの属性を分離した要素対、および(3) 赤と青以外の有彩色および明度差を弁別手がかりにした要素対を用いた場合、どのような比率判断がなされるのか。さらに、(4) 図と地の関係や群化といった刺激の知覚的効果は比率判断に影響を及ぼすのか、といった問題の検討も必要であろう。これらに関するデータをそろえることにより、初期の視覚情報処理過程の働きがさらに鮮明になると期待される。

結 論

実験結果をまとめると次のようになる。

1. 2つの構成要素からなる刺激の構成比率の判断を行う場合、0.5秒という短い刺激提示時間でも、比較的正確な比率判断を行うことができた。また、提示時間が0.5秒から2秒の範囲であれば、提示時間の長さの影響はなかった。
2. 構成要素の形態(形あるいは大きさ)は比率判断に影響を及ぼす。ただし、単位要素が大きければ過大評価、小さければ過小評価といった単純な関係ではない。形や大きさ次元での差違によって生じる何らかの知覚的効果が比率判断に影響を与える可能性がある。
3. 有彩色と無彩色を要素対とした場合、有彩色の要素の構成比率が過大評価される。
4. 複数の特徴で構成要素を区別する場合、何らかの相互作用が生じ、特徴が単独で操作された時よりも

提示比率に接近した比率判断が導かれる傾向がある。

これらの結果は、構成要素の比率判断が初期の視覚処理過程の情報に基づき、要素対の弁別性を高める視覚的属性(形、大きさ、色)の影響を受けることを示唆するものであった。

引用文献

- Beck, J. 1966 Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception and Psychophysics*, 1, 300-302.
- Krueger, L. E. 1972 Perceived numerosity. *Perception and Psychophysics*, 11, 5-9.
- 増田直衛 1993 図と地 大山正・今井省吾・和気典二(編)新編感覚・知覚ハンドブック 誠信書房.
- 中野靖久 1995 心理物理測定法. *Vision*, 7, 17-27.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- 大山 正 1982 ひと目で何個のものが見えるか 別冊サイエンス 特集 視覚の心理学 イメージの科学 31-41. 日経サイエンス社.
- 大山 正 1994 色彩心理学入門 中央公論社.
- Oyama, T., Kikuchi, T., & Ichihara, S. 1981 Span of attention, backward masking and reaction time. *Perception and Psychophysics*, 29, 106-112.
- Schneider, B. & Bissett, R. 1988 "Ratio" and "Difference" judgments for length, area, and volume: Are there two classes of sensory continua? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 503-512.
- Sperling, G. 1960 The information available in brief visual presentations. *Psychological Monograph*, 74, Whole No.498, 1-29.
- 竹市博臣 1995 立体視 乾敏郎(編)認知心理学1 知覚と運動 東京大学出版社 15-48.
- Treisman, A. M. & Gelade, G. 1980 A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A. M. & Sato, S. 1990 Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 459-478.

Can observers make a judgement of component ratio at a glance?

TSUNEO KITO (Kurume University)

YOSHIOMI IMAMURA (Tohwa University)

Abstract

Four experiments were conducted in order to explore the ability to judge correctly a component ratio of briefly presented stimulus where several hundreds of components were arranged randomly but divided into two groups by visual features. In Experiment 1, three duration (0.5s, 1s, 2s) for presenting stimulus were tentatively used. The stimulus consisted of two digits, 0 and 1. Component ratios were varied from 10% to 90 % among trials. For almost all presented component ratios, the observers could make relatively precise judgements of component ratio. The result suggested that early visual information was available in the judgement under these conditions. In Experiment 2 the effects of component size on the ratio judgement were tested. Two combinations of components were used; white filled triangles versus white filled circles and white filled squares versus white filled circles. A square was larger than a triangle. A circle was intermediate between them. Ratio judgements of squares were overestimated for almost all presented component ratios. Whilst ratio judgements of triangles were overestimated where the presented ratio of triangles was under 50%, they were underestimated in the condition that presented ratio of triangles was over 50%. In Experiment 3, we investigated whether the color of components affected ratio judgement. Generally speaking, red is perceived expanding but blue shrinking. Three combinations of color were used; red versus white, blue versus white, and red versus blue. The shape of all components was identical circular. Both blue and red were overestimated against white. On the other hand, the ratio judgements were almost precise in comparisons between red and blue. In Experiment 4, stimulus was specified not by a single feature but by a conjunction of size, shape and color. The shape of component to judge was either a triangle or square, the color of which was either red or blue. The other component was a white circle. Observers judged the ratio of triangle and square. Whilst judgement ratios of square were overestimated in both color conditions, judgement ratios of triangle corresponded fairly accurately to the presented component ratios. Results showed the ratio judgements of large and chromatic components were overestimated. Furthermore an interaction of the two factors was discussed.

Keywords: component ratio, pre-attentive process, parallel processing, visual features.